

Tero Halmesvaara

Tarjouslaskennan kehittäminen kerrostalolin- jasaneerauskohteessa

Metropolia Ammattikorkeakoulu

Rakennusmestari, LVI (AMK)

Rakennusalan työjohto

Opinnäytetyö

11.2.2014

Tekijä Otsikko Sivumäärä Aika	Tero Halmesvaara Tarjouslaskennan kehittäminen kerrostalolinjasaneerauskoh- teessa 17 sivua + 7 liitettä 11.2.2014
Tutkinto	rakennusmestari, LVI (AMK)
Koulutusohjelma	rakennusalan työnjohto
Suuntautumisvaihtoehto	LVI-tekniikan työnjohto
Ohjaajat	lehtori Jyrki Viranko toimitusjohtaja Juha-Pekka Mäki
<p>Opinnäytetyössä kehitettiin täytettävä taulukkolaskentapohja, joka nopeuttaisi kerrostalo- linjasaneerauskohteen tarjouslaskentaa. Työn tavoitteena oli lyhentää massoitte- luaikaa, eli aikaa, joka käytetään urakkaan tarvittavien materiaalien keräilyyn suunnitelmista. Massoi- telu on tarjouslaskennan aikaa vievin vaihe.</p> <p>Työn pohjana käytettiin kolmen Helsingissä sijaitsevan kerrostalon linjasaneeraussuunni- telmia. Kaikki kolme kohdetta massoiteltiin perinteisellä tavalla, mittaamalla putkimetrit ja keräilemällä vesikalusteet suunnitelmista. Näitä massoja ja talojen muita ominaisuuksia lähtötietoina käyttäen kehitettiin laskentakaavoja, joiden perusteella taulukkolaskentatau- lukko laskee materiaalin määrän. Muuttujina käytettiin helposti laskettavia suureita kuten asuntojen, kerrosten ja nousulinjojen määrää sekä pinta-aloja.</p> <p>Työn tuloksena syntyi taulukkolaskentataulukko, joka on selkeä ja helppo täyttää. Testaa- miseen käytettiin neljännen Helsingissä sijaitsevan kerrostalon linjasaneeraussuunnitel- mia. Taulukkolaskennan antamia tuloksia vertailtiin perinteisellä tavalla laskettujen tulosten kanssa. Osa tuloksista oli täsmälleen samoja molemmissa laskentatavoissa, mutta osassa oli liian suuria eroja. Laskentataulukko vaatii vielä lisää kehitystyötä, jotta siitä saataisiin varmatoimisempi.</p>	
Avainsanat	LVI, tarjouslaskenta, linjasaneeraus

Author Title Number of Pages Date	Tero Halmesvaara Tender calculation for pipe renovation of apartment building 17 pages + 7 appendices 11 February 2014
Degree	Bachelor of Construction Management
Degree Programme	Construction Site Management
Specialisation option	HVAC Engineering
Instructors	Jyrki Viranko, Senior Lecturer Juha-Pekka Mäki, Managing Director
<p>The goal of this final year project was to create a spreadsheet for the calculation of materials needed for the pipe renovation of an apartment building. The aim was to shorten the time used for calculating the tender and to pick up the materials from HVAC plans, the most time consuming task in tender calculation.</p> <p>Initial data were collected from the renovation plans of three separate apartment buildings. All materials needs were calculated in the traditional method from the building plans. Based on the outcome of these calculations and other attributes of the buildings, functions for the calculation of the correct amount of materials at sufficient accuracy were created. The variables used for the functions were easily computable figures such as the number of apartments and floors, and the size of the bathrooms.</p> <p>The result was an easy-to-use spreadsheet. The spreadsheet was tested by using it on the pipe renovation plans of another building. The results were compared to the calculations done in the traditional method. Some of the results were correct but others over fifty per-cent off. More development and resources are needed in making a fully working spreadsheet for calculating the pipe renovations of apartment buildings accurately.</p>	
Keywords	HVAC, tender calculation, pipe renovation

Sisällys

Lyhenteet ja käsitteet

1	Johdanto	1
2	Tarjouslaskennan eri vaiheet	2
2.1	Harkinta tarjouksen laskemisen kannattavuudesta	2
2.2	Massoittelu	3
2.3	Hinnoittelu	3
3	Laskentataulukon kehitykseen käytetyt lähtötiedot	3
4	Nousujohtojen laskenta	5
4.1	Viemärit	5
4.1.1	Pystyviemärien laskenta	5
4.1.2	Viemäriinosien laskenta	5
4.2	Vesijohdot	7
4.2.1	Vesijohtonousulinjojen laskenta	7
4.2.2	Vuodonilmaisimet	8
5	Vesikalusteiden laskenta	9
6	Kylpyhuoneiden vesijointojen ja viemäreiden laskenta	10
6.1	Vesijohtohajotukset	10
6.2	Viemärihajotukset	11
6.3	Pintaan asennettavat vesijohdot	12
7	Keittiön vesijointojen ja viemäreiden laskenta	12
7.1	Vesijohdot	12
7.2	Viemärit	13
8	Sulku- ja linjasäätöventtiilien laskenta	13
9	Vesimittarit	13
10	Laskentataulukon toimivuuden testaus	14
10.1	Nousulinjat	14
10.2	Hajotukset	15

11	Yhteenveto	15
	Lähteet	17
	Liitteet	
	Liite 1. Linjasaneerauskohde 1:n käsin laskettu massalista	
	Liite 2. Linjasaneerauskohde 2:n käsin laskettu massalista	
	Liite 3. Linjasaneerauskohde 3:n käsin laskettu massalista	
	Liite 4. Testikohteen mukaan täytetty laskentataulukko	
	Liite 5. Testikohteen tulossivu	
	Liite 6. Testikohteen käsin lasketut massat	
	Liite 7. Testikohteen massojen vertailu	

Lyhenteet ja käsitteet

Normitunti Normaali urakka-asennusaika, joka on määritelty Talotekniikka-alan LVI-toimialan työehtosopimus 2012–2014:ssa.

TES Talotekniikka-alan LVI-toimialan työehtosopimus 2012–2014.

1 Johdanto

Tarjouslaskentaan käytetään paljon työtunteja. Vain pieni prosentti jätetyistä tarjouksista johtaa tilaukseen. Tarjouslaskennassa suurin osa ajasta kuluu niin kutsuttuun massoiteluun eli materiaalien keräilyyn suunnitelmista. Tämän opinnäytetyön tavoitteena on saada lyhennettyä massoiteluun käytettyä aikaa.

Työssä kehitetään taulukkolaskentataulukko, jota täyttämällä saadaan nopeasti riittävän tarkat massat kohteesta. Näiden massojen pohjalta saadaan muodostettua hinta tarjoukseen. Taulukkoon täytetään nopeasti laskettavia asioita, kuten asuntojen ja nousulinjojen määrä, sekä tieto siitä, onko keittiölle mahdollisesti oma nousulinja.

Kerrostaloja on monenlaisilla pohjaratkaisuilla ja esittämäni ratkaisut eivät toimi kaikkiin. Taulukko toimii ainoastaan kerrostaloihin, jonka asunnoissa ei ole erillis-WC:tä tai se on kylpyhuoneen välittömässä läheisyydessä. Taulukko ei myöskään toimi, jos yhdessä nousulinjassa on useampi kylpyhuone. Tosin tämä vaikuttaa vain nousulinjojen laskentaan, ja tiedot ovat helposti käsin laskettavissa.

Kerrostalon kellarissa olevien vesijohtojen ja viemärien laskentaan taulukko ei toimi. Kellarin putket pitää edelleen massoitella ”käsin”. Kellarin putkien määrä ei ole suhteessa pinta-alaan tai kerrosten määrään, niin että siitä saisi tehtyä yksinkertaisen taulukkolaskennan.

Työ tehtiin AJ Eurolämpö Oy:n toimeksiannosta. Yritys työllistää noin 20 työntekijää. Liikevaihtoa yritys teki 3,49 miljoonaa euroa vuonna 2012. AJ Eurolämpö Oy tekee LVI-urakoita ja huoltoa Uudenmaan alueella. (1)

2 Tarjouslaskennan eri vaiheet

Tarjouslaskenta on prosessi, joka aloitetaan tarjouspyynnöstä ja päätetään tarjouksen jättämiseen. Siihen sisältyy harkinta laskennan kannattavuudesta, massoittelu, hinnoittelu ja tarjouksen kirjoittaminen ja jättö. (4)

2.1 Harkinta tarjouksen laskemisen kannattavuudesta

Tarjouspyynnön saapuessa ensimmäiseksi tutustutaan tarjouspyynnön asiakirjoihin pääpiirteisesti ja arvioidaan, onko tarjouksen laskeminen kannattavaa. (4)

On kaksi päätekijää, jotka ratkaisevat kohteen tarjouksen laskemisen kannattavuuden. Ensimmäinen on yrityksen omat resurssit, eli pystyykö yritys toteuttamaan kyseisen urakan. Toinen on arvio siitä, millaisella todennäköisyydellä tarjousskilpailu pystytään voittamaan järkevällä katteella. Ei ole järkeä käyttää yrityksen resursseja tarjouksen laskemiseen, jos todennäköisyys sen saamiseen on lähes nolla prosenttia. Kolmas suuresti vaikuttava tekijä on tarjouksen pyytäjä. Millaisia kokemuksia kyseisen tarjouksenpyytäjän kanssa toimimisesta on? (4)

Yrityksen omien resurssien riittävyyteen kyseiseen urakkaan vaikuttavat urakan laajuus, toteutusaikataulu, tarjouksen pyytäjä ja suunnitelmien laatu. Urakan laajuus vaikuttaa selkeinten resursseihin. Mitä isompi urakka, sitä enemmän tarvitaan työntekijöitä. Toteutusaikataulu vaikuttaa resursseihin muiden urakoiden kautta, eli kuinka paljon on sinä ajankohtana muita urakoita, jotka syövät yrityksen resursseja. Tarjouksen pyytäjä vaikuttaa erityisesti työnjohdon työtaakkaan. Esimerkiksi jos tarjous tarjotaan rakennusliikkeelle, joka toimisi kyseisessä kohteessa pääurakoitsijana, heidän toimintatapansa vaikuttavat paljon työnjohdon töihin. Suunnitelmien laatu vaikuttaa monella tapaa resursseihin. Huonolaatuiset suunnitelmat yleensä pidentävät laskenta-aikaa, koska niissä on yleensä enemmän tulkinnanvaraisuutta tai toisinaan täysin toteutuskelvottomia ratkaisuja. Huonot suunnitelmat vaikuttavat myös urakan jäädessä työnjohdon ja asentajien työtaakkaan lisäävästi johtuen selvitystyöstä, jota joudutaan tekemään puutteellisten suunnitelmien takia. Pienenä hyötynä yritykselle puutteellisten suunnitel-

mien vuoksi urakkaan tulee todennäköisesti paljon lisätöitä, jotka ovat yleensä parempikatteista työtä kuin itse urakka. Tosin lisätyötkin syövät resursseja enemmän kuin vastaava työ urakassa. (4)

2.2 Massoittelu

Kun tarjous on päätetty laskea, alkaa laskenta massoittelulla. Massoittelussa kerätään urakkaan tarvittavat materiaalit suunnitelmista mahdollisimman tarkasti. Massoittelu on tarjouslaskennan aikaa vievin vaihe. Se pitäisi tehdä mahdollisimman nopeasti, mutta samalla mahdollisimman pienillä virheillä. Nopeus ja virheettömyys ovat yleensä toistensa vastakohtia, mutta niiden välille pitää löytää oikea tasapaino. Virheiden minimointiin auttaa rutiinit, kun tekee kaiken aina saman lailla huomaa helposti jos jotain unohtuu tai puuttuu. Massoittelussa käytetään yleensä niin kutsuttuja paketteja nopeuttamaan laskemista. Paketti saattaa olla vaikka putkimetri, silloin siihen sisältyy metri putkea, siihen tarvittavat kannakkeet, osat tietyn prosentin mukaan sekä työtunnit. Näin ei tarvitse laskea aivan kaikkia osia, vaan saavutetaan tarpeeksi tarkka materiaali määrä pienemmällä työllä. (4)

2.3 Hinnoittelu

Hinnoittelu tehdään yleensä tarjouslaskentaohjelmalla. Ohjelmaan syötetään massoittelussa saadut paketit, ja se laskee niiden perusteella materiaalien hinnan ja niihin tarvittavat normitunnit. Normitunti on LVI-toimialan työehtosopimuksessa (TES) määritelty urakka-asennusaika tietyn työvaiheen suorittamiseksi. Tämän jälkeen ohjelmaan syötetään TES:stä määräytyvät haitta- ja saneerauslisät työtunteihin. Haitta- ja saneerauslisät määräytyvät kohteen mukaan. Niihin vaikuttavat muun muassa kohteen käyttötarkoitus ja se, onko kohde käytössä urakan aikana. (2)

3 Laskentataulukon kehitykseen käytetyt lähtötiedot

Laskentataulukko on kehitetty käyttäen kolmea eri linjasaneeraussuunnitelmaa lähtötietoina. Niistä on kerätty yhtäläisyyksiä ja eroavaisuuksia, joiden hintavaikutusta on arvioitu. Kaikki kohteet sijaitsevat Helsingissä.

Linjasaneerauskohde 1:ssä on kahdeksan asuinkerrosta ja kellari. Asuntoja on 96. Tarkemmat tiedot on esitetty taulukossa 1 ja liitteessä 1.

Taulukko 1. Linjasaneerauskohde 1

Asuntoja	96
Kerroksia	8
Viemärinousulinjoja	16
Vesijohtonousulinjoja (kylpyhuone)	12
Vesijohtonousulinjoja (keittiö)	4
Kylpyhuoneen keskimääräinen pinta-ala	3,16 m ²

Linjasaneerauskohde 2:ssä on kolme asuinkerrosta ja kellari. Asuntoja on 16. Tarkemmat tiedot on esitetty taulukossa 2 ja liitteessä 2.

Taulukko 2. Linjasaneerauskohde 2

Asuntoja	16
Kerroksia	3
Viemärinousulinjoja	6
Vesijohtonousulinjoja (kylpyhuone)	6
Vesijohtonousulinjoja (keittiö)	0
Kylpyhuoneen keskimääräinen pinta-ala	3,87 m ²

Linjasaneerauskohde 3 sijaitsee Helsingissä. Siinä on viisi asuinkerrosta ja kellari. Asuntoja on 70. Tarkemmat tiedot on esitetty taulukossa 3 ja liitteessä 3.

Taulukko 3. Linjasaneerauskohde 3

Asuntoja	70
Kerroksia	5
Viemärinousulinjoja	28
Vesijohtonousulinjoja (kylpyhuone)	14
Vesijohtonousulinjoja (keittiö)	14
Kylpyhuoneen keskimääräinen pinta-ala	4,18 m ²

4 Nousujohtojen laskenta

4.1 Viemärit

4.1.1 Pystyviemärien laskenta

Viemäri nousujohtojen laskenta on helppo suorittaa kerrosten määrän ja nousujen määrän tulosta, johon lisätään ullakolle menevä putkiosuus. Oletus on, että kaikki nousuviemärit ovat valurautaa ja kokoa DN100. Nousuviemärien metrit lasketaan seuraavalla kaavalla:

(1)

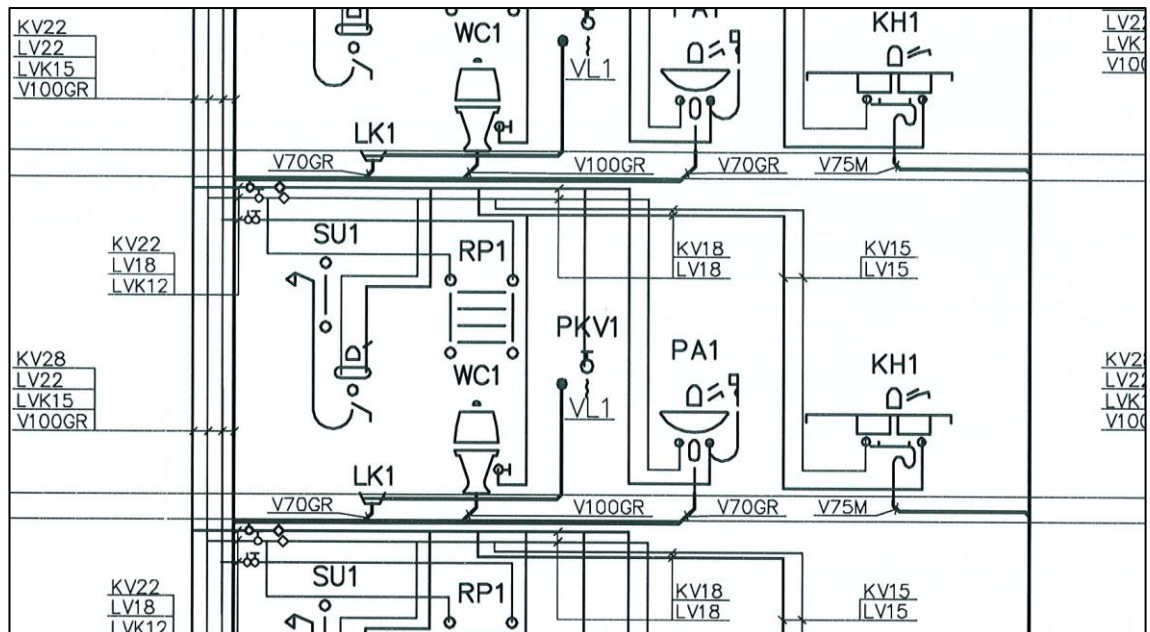
$$X = A \times B \times 3m + 2m \times B$$

A	kerrosten määrä
B	nousulinjojen määrä
X	Viemärimetrit

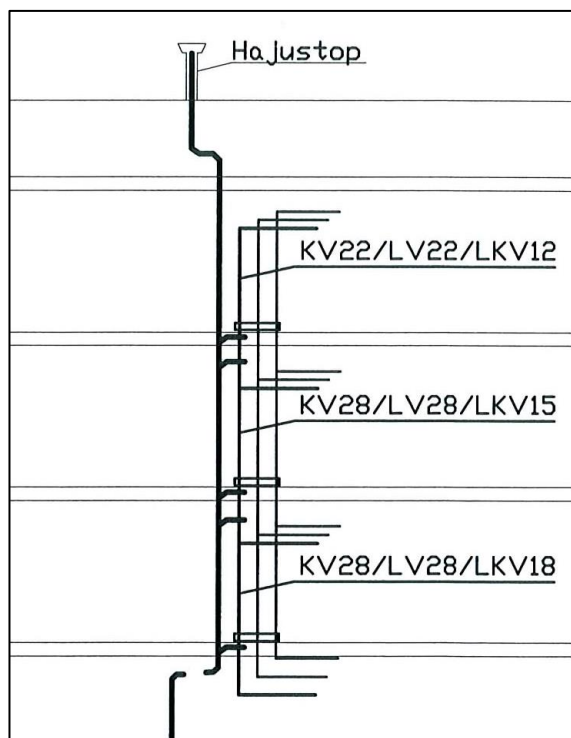
4.1.2 Viemäriinosien laskenta

Pystyviemärien osien laskentaan vaikuttaa ainoastaan asuntojen määrä. T-haaroja menee kaksi asuntoa kohden, yksi kylpyhuoneelle ja yksi keittiölle. Kulmia menee yhtä monta kuin t-haaroja. Osien määrään ei vaikuta, onko keittiölle oma viemärinousulinja

vai onko se samassa linjassa kylpyhuoneen kanssa, kuten voidaan linjapiirustuksista todeta. (Kuvat 1 ja 2.)



Kuva 1. Linjapiirustus linjasaneerauskohde 1:stä, jossa kylpyhuoneella ja keittiöllä on oma viemärinousulinja.



Kuva 2. Linjapiirustus linjasaneerauskohde 2:stä, jossa kylpyhuoneen ja keittiön viemäri ovat samassa nousulinjassa.

4.2 Vesijohtot

4.2.1 Vesijohtonousulinjojen lasketa

Vesijohtojen nousulinjojen kokoihin vaikuttaa linjassa olevien kylpyhuoneiden ja keittiöiden määrä. Vesijohtojen koot lasketaan alla olevan taulukoiden 4 ja 5 mukaan. Taulukosta lasketaan putkikoot yhteen siten, että taulukon kerros numero 1 on talon ylin kerros, kerros 2 toiseksi ylin kerros ja niin edelleen. Taulukoita on kaksi, yksi taulukko kylpyhuoneiden nousulinjoille ja toinen keittiön nousulinjoille. Keittiöiden ollessa samassa nousulinjassa keittiöiden kanssa käytetään kylpyhuoneiden nousulinjataulukkoa (taulukko 4), koska keittiösekoittajilla ei ole niin suurta merkitystä putkikokoihin. Taulukoissa olevat numerot ovat metrejä. Taulukot on koottu Linjasaneerauskohde 1:n suunnitelmista, hieman yksinkertaistaen. Osassa kerroksista kylmä- ja lämminvesijohto olivat erikokoisia; nämä on muutettu samankokoiseksi isomman koon mukaan. Linjasaneerauskohde 2:n ja 3:n nousulinjojen putkikoot olivat lähes samanlaiset.

Taulukko 4. Vesijohtonousulinjat, kylpyhuoneet

	15	18	22	28	35	42
1	3		6			
2	3		6			
3		3	6			
4		3		6		
5			3	6		
6			3	6		
7			3	6		
8				3	6	

Taulukko 5. Vesijohtonousulinjat, keittiöt

	15	18	22	28	35	42
1	3	6				
2	3	6				
3	3	6				
4	3	6				
5	3	6				
6	3		6			
7	3		6			
8	3		6			

4.2.2 Vuodonilmaisimet

Vuodonilmaisimet tulevat yleensä putkiurakoitsijan toimesta, mutta ne saattavat olla myös rakennusurakassa. Laskennassa on kolme eri vaihtoehtoa: esiasennettu, jälkiasennettu tai vuodonilmaisuu rakennusurakassa (kuva 3).

10			
11	Vesimittarit	Kamstrup	
12	Vuodonilmaisimet	Kyllä	
13		Kyllä	
14	Vesikalusteet	Ei	
15	Pesuallas	Jälkiasenteinen	
			11185

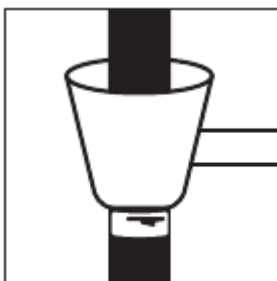
Kuva 3. Vuodonilmaisimien valinta taulukosta

Esi- ja jälkiasenteissa vuodonilmaisimessa on hinnan lisäksi eri normiasennusaika, esiasennusmalli (kuva 4) 0,2 normituntia/kappale ja jälkiasennusmalli 0,1 normituntia/kappale. Näiden lisäksi joka kerrokseen tulee jokaista nousulinjaa kohden vuodonilmaisinsuppilo (kuva 5), josta vuoto voidaan huomata. Vuodonilmaisimien määrä lasketaan kaavalla 2. (2)

(2)

$$Y = A \times B \times 3$$

- A kerrosten määrä
 B nousulinjojen määrä
 Y vuodonilmaisimien määrä



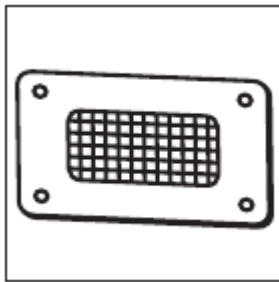
Kuva 4. Vuodonilmaisinsuppilo (3)

Vuodonilmais Levinvyjen määrä lasketaan kaavan 3 mukaisesti.

(3)

$$Z = A \times B \times 3$$

A	kerrosten määrä
B	nousulinjojen määrä
Z	vuodonilmais Levinvyjen määrä



Kuva 5. Vuodonilmais Levinvy (3)

5 Vesikalusteiden laskenta

Vesikalusteita laskettaessa lähes ainut hintaan vaikuttava tekijä on itse vesikalusteen hinta. Muut tuotteet pysyvät samana kalustetta kohden. Asuntoa kohden lasketaan aina suihkusekoittaja, pesuallassekoittaja, keittiösekoittaja ja WC-pönttö. Näissä on aina sama normiasennusaika, ja muut osat, kuten allassekoittajissa kuulasulut tai suihkusekoittajassa pintakulmaliittimet, valitaan sekoittajan mallista riippumatta.

Muille kalusteille on annettu enemmän vaihtoehtoja. Pesualtaat saattavat tulla rakennusurakoitsijalta, jolloin niiden paikalle asentamiseen ei tarvitse varata työtä. Pesualtailla on myös määritetty TES:ssä kaksi eri normiasennusaikaa, riippuen siitä onko allas seinään asennettava vai pöytään upotettava. (2)

Pesukoneliitännöissä on muutamia eri vaihtoehtoja. Pesukoneventtiili saattaa olla seinälle asennettava tai pesuallassekoittajan yhteydessä oleva. Jos pesukoneventtiili on sekoittajan yhteydessä, ei sille tarvitse varata työtä tai osia sekoittajan asennuksen

lisäksi. Pesukoneen poistoliitin saattaa olla myös joko seinään kytkettävä tai pesualtaan vesilukkoon liitettävä malli.

Vesikalusteet täytetään laskentataulukkoon mallinumeroillaan (kuva 6). Laskentataulukko on merkitty yleisimmät Oraksen ja IDOn mallinumerot, joiden perusteella taulukko hakee tuotteiden hinnan ja normiasennusajan.

15	Vesikalusteet		
16	Pesuallas	11185	
17	Pesuallassekoitaja	1812	
18	WC	37210	
19	Suihku	7149	
20	Kuivauspatteri	582100	
21	Keittiösekoittaja	1825	
22	Pesukonehana	180	
23			

Kuva 6. Täytetty vesikalustetaulukko.

6 Kylpyhuoneiden vesijohtojen ja viemäreiden laskenta

6.1 Vesijohtohajotukset

Vesijohtohajotuksiin menevät putkimetrit lasketaan taulukkoon täytettävän kylpyhuoneen pinta-alan avulla. Vesijohtojen laskennassa käytettiin kaikkien esimerkki kohteiden keskiarvoja. Laskennassa otettiin yksi putkikoko, jonka lasketut metrit jaettiin kylpyhuoneen pinta-alalla. Taulukko kupariputken ko'oista ja niiden metrimääristä suhteessa kylpyhuoneen neliöihin on esitetty taulukossa 6.

Taulukko 6. Kuparisten vesijohtojen metrimäärä suhteessa kylpyhuoneen yhtä neliötä kohden

	Kohde 1	Kohde 2	Kohde 3	Keskiarvo
12	3,16 m	3,13 m	1,94 m	2,75 m
15	1,58 m	0,36 m	2,18 m	1,37 m
18	1,27 m	0,87 m	0,45 m	0,86 m
22	0,00 m	0,00 m	0,50 m	0,17 m

6.2 Viemärihajotukset

Viemärihajotuksiin menevien putkimetrien laskentaan on käytetty vastaavaa kaavaa kuin vesijohtojenkin. Taulukkolaskennassa käytettävät tiedot saadaan taulukosta (taulukko 7). Viemäreissä osien hinnat ovat kuitenkin kovat verrattuna putken metrihintaan joten ne on laskettava erikseen. Viemäriosia ei voi laskea neliöiden mukaan, koska niitä menee lähes sama määrä kylpyhuonetta kohden, eikä neliötä kohden. Laskentaan valitut viemäriosien määrät on esitetty taulukossa 8. Laskennassa saatuja keskiarvoja on pyöristetty painottaen DN100-kokoa, koska tämä koko on hieman kalliimpia kuin DN70. (5)

Taulukko 7. Valurautaviemärien metrimäärä suhteessa kylpyhuoneen yhtä neliötä kohden

	Kohde 1	Kohde 2	Kohde 3	Keskiarvo
70	1,90 m	0,81 m	1,20 m	1,30 m
100	0,35 m	0,40 m	0,43 m	0,39 m

Taulukko 8. Lähtötietokohteista laskettu keskiarvoinen viemäriosien määrä yhdessä kylpyhuoneessa ja näistä laskettu keskiarvo. Viimeisessä sarakkeessa on keskiarvon perusteella valittu laskennassa käytettävä arvo.

	Kohde 1	Kohde 2	Kohde 3	Keskiarvo	Käytetään
Käyrä 70x45	9,00	5,81	6,70	7,17	7,00
T-haara 70	0,00	1,00	1,00	0,67	0,00
Käyrä 100x45	3,29	4,13	3,00	3,47	4,00
T-haara 100	2,00	1,00	1,00	1,33	2,00

6.3 Pintaan asennettavat vesijohdot

Kromipäällysteisten 12 millimetrin pintaan asennettavien vesijohtojen laskentaan parhaaksi vaihtoehdoksi osoittautui yksinkertaisin eli lähtötietokohteista keskiarvona laskettu 17,2 metriä kylpyhuonetta kohden. Kylpyhuoneen neliöihin perustuva laskenta ei olisi ollut hyödyllinen, koska pintavesijohdot eivät ole riippuvaisia pinta-alasta. Kalusteiden määrällä on vaikutusta pintavesijohdot määrään, mutta koska kaikissa lähtötietokohteissa oli sama määrä vesikalusteita kylpyhuonetta kohden, ei tätä pystytty matemaattisesti laskemaan. Taulukossa 9 näkyy lähtötietokohteiden 12-millimetrinen kromiputken metrimäärä kylpyhuonetta kohden.

Taulukko 9. 12 mm:n kromipäällysteisen kuparivesijohdon metrimäärä kylpyhuonetta kohden

Kohde 1	Kohde 2	Kohde 3	Keskiarvo
16,0 m	18,6 m	17,0 m	17,2 m

7 Keittiön vesijohtojen ja viemäreiden laskenta

7.1 Vesijohdot

Keittiön vesijohtojen laskentaan vaikuttaa, onko keittiön vesijohdoilla oma nousulinja vai ei. Jos keittiöiden vesijohdoilla ei ole omaa nousulinjaa, tulevat vesijohdot ylhäältä kylpyhuoneen hajotuksen kautta (kuva 1). Taulukkolaskenta laskee keittiölle 15 millimetrin kupariputkea kahdeksan metriä keittiötä kohden, jos keittiöllä ei ole omaa nousulinjaa.

Kun keittiöllä on oma nousulinja, vesijohdot tuodaan kaikissa lähtötietokohteissa keittiökaapiston sokkelin alla. Nousulinja on näissä tapauksissa keittiösekoittaja välittömässä läheisyydessä. Tässä tilanteessa keittiötä kohden lasketaan neljä metriä 15 millimetrin kupariputkea.

7.2 Viemärit

Keittiön viemäri on muoviviemäriä kaikissa lähtötietokohteissa, ja se kulkee keittiökäpiston sokkelin alla. Lähtötietokohteiden tiedoista keskiarvona keittiötä kohden saadaan 75 millimetrin muoviviemäriä 1,63 metriä ja 45 asteen käyriä kolme kappaletta. (Taulukko 10.)

Taulukko 10. Lähtötietokohteiden keittiön viemärien metri- sekä 45 asteen käyrien määrä keittiötä kohden.

	Kohde 1	Kohde 2	Kohde 3	Keskiarvo
V75	1,00 m	2,38 m	1,50 m	1,63 m
Käyrä 75x45	2,00 kpl	5,00 kpl	2,00 kpl	3,00 kpl

8 Sulku- ja linjasäätöventtiilien laskenta

Sulkuventtiileitä lasketaan kaksi DN20-kokoista palloventtiiliä kylpyhuonetta kohden. Linjasäätöventtiileitä lasketaan yksi DN15-venttiili kylpyhuonetta kohden. Jos laskettavassa kohteessa on keittiöille omia nousulinjoja, niissä oleville keittiöille lasketaan DN15-sulkuventtiilit seuraavalla kaavalla 4.

(4)

$$N = A \times B \times 2$$

A	kerrosten määrä
B	keittiönousulinjojen määrä
N	vuodonilmaisinsyjen määrä

9 Vesimittarit

Taulukossa on valittavissa neljä eri vaihtoehtoa huoneistokohtaisiksi vesimittareiksi. Taulukkoon valittiin kaksi suunnitelmissa usein esiintyvää etäluettavaa vesimittarijärjestelmää. Vexve Oy:n Vesiverto sekä Kamstrup A/S:n vedenmittausjärjestelmä. Näitä laskiessa tulee huomioida vedenmittausmoduulien lisäksi taloon tuleva keruuyksikön-

hinta. Valittavissa on myös manuaalinen vesimittari tai sellainen tila että vesimittari jää kokonaan pois ja asennetaan vain vesimittarivaraus. (4)

Huoneistokohtaisten vesimittarien määrä on sama kuin sulkujen määrä (ks. luku 8). Huoneistokohtaisen vesimittarin asennusajaksi lasketaan TES:ssä määritelty 0,5 normituntia vesimittaria kohden. (2)

10 Laskentataulukon toimivuuden testaus

Laskentakohteen testaukseen käytettiin 36 asunnon kolmikerroksista taloa, joka sijaitsee Helsingissä. Tarkemmat tiedot ovat taulukossa 11 ja liitteessä 6.

Taulukko 11. Testikohde

Asuntoja	36
Kerroksia	3
Viemärinousulinjoja	16
Vesijohtonousulinjoja (kylpyhuone)	12
Vesijohtonousulinjoja (keittiö)	0
Kylpyhuoneen keskimääräinen pinta-ala	4,08 m ²

Vertailussa vertailtiin laskentataulukon avulla saatuja massoja (liite 5) suhteessa käsin laskettuihin massoihin (liite 6). Tulokset on ilmoitettu taulukossa prosentteina. Tulokset ovat positiivisia laskentataulukon laskiessa liikaa materiaaleja käsin laskettuun verrattuna. Laskentataulukon laskiessa liian vähän materiaaleja on vertailuun merkitty negatiivinen prosenttimäärä.

10.1 Nousulinjat

Nousulinjojen laskennassa viemärien sekä vesijohtojen kokonaismetrimäärä on laskettu täysin oikein käsin laskettuun verrattuna. Viemärit myös kokojen ja osien puolesta on

laskettu oikein. Vesijohdoissa oli kokojen laskennassa suuria, yli 50 %:n virheitä. Pieniä kokoja oli laskettu liian vähän ja suuria kokoja liikaa. Tarkemmat tiedot on merkitty taulukkoon (liite 7). Nämä virheet nostavat hintaa laskennassa. Normituntien määrään tällä ei ole vaikutusta, koska kaikilla 22 millimetrin ja pienemmillä putkiko'illa on sama normiasennusaika. (2; 5.)

10.2 Hajotukset

Viemärien laskennassa laskentataulukko laskee valurautaviemäriä 25 % liikaa. Valurautaviemäriosien laskennassa, jos kokoja ei oteta huomioon, ovat virheet vähäisiä. Käyrien laskennassa taulukkolaskenta laskee 3 % liikaa. T-haaroja on laskettu oikea määrä. Viemäriputkien ko'oissa on suuria virheitä. DN70-viemäriä on 87 % liikaa ja DN100-viemäriä 40 % liian vähän. Hintaan laskentavirheet vaikuttavat pienentävästi. Normituntien määrän jää liian pieneksi, koska DN100-viemärin asennusaika verrattuna DN70-viemäriin 12,5 % suurempi. (2; 5.)

Taulukko laskee vesijohtohajotukset kohtuullisen tarkasti, jos putkikokoja ei oteta huomioon, virhe on ainoastaan 1,69 %. 12 millimetrin kupariputkea taulukko laskee 37 % liian vähän. Muita putkikokoja, 15 mm, 18 mm ja 22 mm, taulukkolaskenta laskee liikaa. 18 millimetrin kupariputki on ainoa koko, joka on laskettu lähes oikein, ero on vain 3 %. Nämä virheet korottavat hintaan. (2; 5.)

11 Yhteenveto

Taulukkolaskenta toimii hyvin joihinkin osa-alueisiin kerrostalon linjasaneeraustarjouslaskennassa, mutta laskee virheellisesti toisia osa-alueita. Osa-alueet, jotka se laskee virheellisesti, on juuri hitainten massoiteltavia osia, kuten kylpyhuoneen vesijohto- ja viemärihajotukset. Taulukon oikein laskemat osa-alueet kuten vesikalusteet, vesimittarit ja vuodonilmaisimet ovat muutenkin nopeita laskettavia.

Kerrostalon linjasaneerauksen massoitelussa yksi hitaimmista vaiheista on kellarin massoitelu, siihen ei löytynyt toimivaa laskentakaavaa. Kaikkien lähtötietokohteiden kellarin putket olivat riippumattomia kellarin pinta-alasta tai kerrosten määrästä, joten se päätettiin rajata ulos.

Jotta taulukkolaskenta saataisiin toimivaksi, jos se on edes mahdollista, vaati se vielä paljon kehitystyötä. Itse en usko, että siitä saadaan tarpeeksi tarkkaa laskentatulosta, vaikka lähdemateriaalina käytettäisiin useampia kohteita. Kerrostalot ovat yksilöllisiä, ja taulukko toimisi vai murto-osaan niistä. Ne mihin taulukko toimisi, olisivat muutenkin nopeiten laskettavia kohteita, joissa kerrokset ja kylpyhuoneet olisivat suunnilleen samanlaisia. Muuttujia lisäämällä laskennan tulos varmasti tarkentuisi, mutta se hidastaisi laskentaa ja nostaisi virheen riskin todennäköisesti hyötyä suuremmaksi.

Ongelmaksi myös muodostuu taulukkoa käytäessä, että suunnitelmiin ei välttämättä tutustuttaisi riittävän perusteellisesti ja virheiden riski kasvaisi. Suunnitelmista on helpompi huomata merkitykselliset yksityiskohdat, kun ne ovat pöydällä avonaisena tunteja kuin minuutteja.

Lähteet

- 1 AJ Eurolämpö Oy – kotisivu. 2013. Verkkodokumentti.
<<http://www.eurolampo.fi>>. Luettu 20.12.2013.
- 2 LVI-toimialan työehtosopimus 2012-2014. 2012. Verkkodokumentti. Finlex.
<<http://www.finlex.fi/data/tes/stes4463-TT146TaloLvi1203.pdf>>. Luettu 20.12.2013.
- 3 Purus Agua Argus 1 – asennusohje. 2013. Verkkodokumentti. Purus Oy.
<<http://www.purus.se/upload/Purus%20Finland/Produktdatabas/MONT/Asennusohje%20AQUA%20ARGUS%20tyyppi%20l.pdf>> Luettu 14.1.2014.
- 4 AJ Eurolämpö Oy:n henkilökunta. 2013. Henkilöhaastattelut. Suoritettu 21.10.2013–12.12.2013.
- 5 Onninen LVI-tuotteet hinnasto 1.7.2012. 2013. Verkkodokumentti. Onninen Oy.
<http://www.onninen.com/SiteCollectionDocuments/Finland%20Documents/Hinnastot/LVI-tuotteet_FIHM_WEB.pdf> Luettu 14.1.2014.

Linjasaneerauskohde 1:n käsin laskettu massalista**Viemärit**

Nousulinjat			
	Metrit	Käyrät	T-haarat
V70	0 m	0 kpl	0 kpl
V100	408 m	188 kpl	188 kpl
Hajotukset			
	Metrit	Käyrät	T-haarat
V32	245 m	163 kpl	
V75	94 m	188 kpl	
V70	564 m	846 kpl	
V100	103 m	309 kpl	188 kpl
Yhteensä			
	Metrit	Käyrät	T-haarat
V32	245 m	163 kpl	
V75	94 m	188 kpl	
V70	564 m	846 kpl	0 kpl
V100	511 m	497 kpl	376 kpl

Vesijohdot

	Nousulinjat	Hajotukset	Yhteensä
Cu12	96 m	940 m	1036 m
Cu15	96 m	470 m	566 m
Cu18	144 m	376 m	520 m
Cu22	384 m		384 m
Cu28	288 m		288 m
Cu35			0 m
Cu42			0 m
Krom 12		1504 m	1504 m

Muut

Vesimittarit	0 kpl	0,00 NH
Vuodonilmaisimet	384 kpl	76,80 NH
Vuodonilmaisinlevyt	128 kpl	
Palloventtiili DN15	64 kpl	
Palloventtiili DN20	188 kpl	
Linjasäästöventtiili DN15	96 kpl	

Kalusteet

Pesuallas	11185	94 kpl
Pesuallassekoittaja	1812	94 kpl
WC	39210	94 kpl
Suihku	7149	94 kpl
Kuivauspatteri	Rej 60404	94 kpl
Keittiösekoittaja	1825	94 kpl
Pesukonehana	180	94 kpl

Linjasaneerauskohde 2:n käsin laskettu massalista

Viemärit

Nousulinjat			
	Metrit	Käyrät	T-haarat
V70	0 m	0 kpl	0 kpl
V100	66 m	32 kpl	32 kpl
Hajotukset			
	Metrit	Käyrät	T-haarat
V32	54 m	61 kpl	
V75	38 m	80 kpl	
V70	50 m	93 kpl	16 kpl
V100	25 m	66 kpl	16 kpl
Yhteensä			
	Metrit	Käyrät	T-haarat
V32	54 m	36 kpl	
V75	38 m	80 kpl	
V70	50 m	93 kpl	16 kpl
V100	91 m	98 kpl	48 kpl

Vesijohdot

	Nousulinjat	Hajotukset	Yhteensä
Cu12	18 m	194 m	212 m
Cu15	36 m	22 m	58 m
Cu18	36 m	54 m	90 m
Cu22	72 m		72 m
Cu28			0 m
Cu35			0 m
Cu42			0 m
Krom 12		298 m	298 m

Muut

Vesimittarit	0 kpl	0,00 NH
Vuodonilmaisimet	0 kpl	0,00 NH
Vuodonilmaisinlevyt	0 kpl	
Palloventtiili DN15	0 kpl	
Palloventtiili DN20	32 kpl	
Linjasäätöventtiili DN15	16 kpl	

Kalusteet

Pesuallas	11185	16 kpl
Pesuallassekoittaja	1812	16 kpl
WC	39210	16 kpl
Suihku	7140+500	16 kpl
Kuivauspatteri	Rej 50744	16 kpl
Keittiösekoittaja	1825	16 kpl
Pesukonehana	180	16 kpl

Linjasaneerauskohde 3:n käsin laskettu massalista

Viemärit

Nousulinjat			
	Metrit	Käyrät	T-haarat
V70	0 m	0 kpl	0 kpl
V100	504 m	140 kpl	140 kpl
Hajotukset			
	Metrit	Käyrät	T-haarat
V32	175 m	140 kpl	
V75	105 m	140 kpl	
V70	350 m	469 kpl	70 kpl
V100	126 m	210 kpl	70 kpl
Yhteensä			
	Metrit	Käyrät	T-haarat
V32	175 m	117 kpl	
V75	105 m	140 kpl	
V70	350 m	469 kpl	70 kpl
V100	630 m	350 kpl	210 kpl

Vesijohdot

	Nousulinjat	Hajotukset	Yhteensä
Cu12	219 m	567 m	786 m
Cu15	105 m	637 m	742 m
Cu18	123 m	133 m	256 m
Cu22	210 m	146 m	356 m
Cu28	444 m		444 m
Cu35	156 m		156 m
Cu42			0 m
Krom 12		1190 m	1190 m

Muut

Vesimittarit	280 kpl	140,00 NH
Vuodonilmaisimet	420 kpl	84,00 NH
Vuodonilmaisinlevyt	140 kpl	
Palloventtiili DN15	140 kpl	
Palloventtiili DN20	140 kpl	
Linjasäätöventtiili DN15	70 kpl	

Kalusteet

Pesuallas	11113	70 kpl
Pesuallassekoittaja	1012	70 kpl
WC	39211	70 kpl
Suihku	7495	70 kpl
Kuivauspatteri	Rej 50744	70 kpl
Keittiösekoittaja	1039	70 kpl
Pesukonehana	180	70 kpl

Testikohteen mukaan täytetty laskentataulukko

Kohde	Testikohde
-------	------------

Asuntoja	36
Kerroksia	3
Kylpyhuonousulinjat	12
Keittiönousulinjat	0
Keittiöviemärinousut	4
Kylpyhuoneen pinta-ala	4,08

Vesimittarit	Vesiverto
Vuodonilmaisimet	Kyllä

Vesikalusteet

Pesuallas	11130
Pesuallassekoittaja	1812
WC	39310
Suihku	7449
Kuivauspatteri	Rej 35744
Keittiösekoittaja	1825
Pesukonehana	180

Testikohteen tulossivu

Viemärit

Nousulinjat							
	Metrit	Käyrät	T-haarat				
V70	0 m	0 kpl	0 kpl			- €	0,00 NH
V100	176 m	48 kpl	48 kpl			- €	79,20 NH
Hajotukset							
	Metrit	Käyrät	T-haarat				
V32	108 m	72 kpl				- €	27,00 NH
V75	54 m	108 kpl				- €	13,50 NH
V70	191 m	252 kpl	0 kpl			- €	76,38 NH
V100	57 m	144 kpl	72 kpl			- €	25,78 NH
Yhteensä							
	Metrit	Käyrät	T-haarat				
V32	108 m	72 kpl				- €	27,00 NH
V75	54 m	108 kpl				- €	13,50 NH
V70	191 m	252 kpl	0 kpl			- €	76,38 NH
V100	233 m	192 kpl	120 kpl			- €	104,98 NH
				- €	181,36 NH		

Vesijohdot

	Nousulinjat	Hajotukset	Yhteensä		
Cu12		404 m	404 m		
Cu15	72 m	705 m	777 m		
Cu18	36 m	126 m	162 m		
Cu22	216 m	25 m	241 m		
Cu28	0 m		0 m		
Cu35	0 m		0 m		
Cu42	0 m		0 m		
Pintavesijohdot					
Krom 12		619 m	619 m		
				- €	247,68 NH
				- €	849,76 NH

Muut

Vesimittarit	72 kpl	36,00 NH	- €	36,00 NH
Vuodonilmaisimet	108 kpl	21,60 NH	- €	21,60 NH
Vuodonilmaisinlevyt	36 kpl		- €	
Palloventtiili DN15	0 kpl		- €	
Palloventtiili DN20	72 kpl		- €	
Linjasäästöventtiili DN15	36 kpl		- €	
			- €	57,60 NH

Kalusteet

Pesuallas	11130	36 kpl	- €	36,00 NH
Pesuallassekoittaja	1812	36 kpl	- €	21,60 NH
WC	39310	36 kpl	- €	36,00 NH
Suihku	7449	36 kpl	- €	46,80 NH
Kuivauspatteri	Rej 35744	36 kpl	- €	32,40 NH
Keittiösekoittaja	1825	36 kpl	- €	43,20 NH
Pesukonehana	180	36 kpl	- €	10,80 NH
			- €	226,80 NH

Yhteensä	- €	1315,52 NH
----------	-----	------------

Testikohteen käsin lasketut massat

Viemärit

Nousulinjat			
	Metrit	Käyrät	T-haarat
V70	0 m	0 kpl	0 kpl
V100	176 m	48 kpl	48 kpl
Hajotukset			
	Metrit	Käyrät	T-haarat
V32	90 m	108 kpl	
V75	63 m	93 kpl	
V70	102 m	234 kpl	12 kpl
V100	96 m	150 kpl	60 kpl
Yhteensä			
	Metrit	Käyrät	T-haarat
V32	90 m	60 kpl	
V75	63 m	93 kpl	
V70	102 m	234 kpl	12 kpl
V100	272 m	198 kpl	108 kpl

Vesijohdot

	Nousulinjat	Hajotukset	Yhteensä
Cu12	42 m	642 m	684 m
Cu15	126 m	456 m	582 m
Cu18	24 m	123 m	147 m
Cu22	132 m	18 m	150 m
Cu28			0 m
Cu35			0 m
Cu42			0 m
Krom 12		708 m	708 m

Muut

Vesimittarit	72 kpl	36,00 NH
Vuodonilmaisimet	108 kpl	21,60 NH
Vuodonilmaisinlevyt	36 kpl	
Palloventtiili DN15	0 kpl	
Palloventtiili DN20	72 kpl	
Linjasäätöventtiili DN15	36 kpl	

Kalusteet

Pesuallas	11130	36 kpl
Pesuallassekoittaja	1812	36 kpl
WC	39310	36 kpl
Suihku	7449	36 kpl
Kuivauspatteri	Rej 35744	36 kpl
Keittiösekoittaja	1825	36 kpl
Pesukonehana	180	36 kpl

Testikohteen massojen vertailu

Viemärit

Nousulinjat			
	Metrit	Käyrät	T-haarat
V70			
V100	0 %	0 %	0 %
Hajotukset			
	Metrit	Käyrät	T-haarat
V32	20 %	-33 %	
V75	-14 %	16 %	
V70	87 %	8 %	-100 %
V100	-40 %	-4 %	20 %
Yhteensä VLR	25 %	3 %	0 %
Yhteensä			
	Metrit	Käyrät	T-haarat
V32	20 %	20 %	
V75	-14 %	16 %	
V70	87 %	8 %	-100 %
V100	-14 %	-3 %	11 %

Vesijohdot

	Nousulinjat	Hajotukset	Yhteensä
Cu12	-100 %	-37 %	-41 %
Cu15	-43 %	55 %	34 %
Cu18	50 %	3 %	10 %
Cu22	64 %	39 %	61 %
Cu28			
Yhteensä	0,00 %	1,69 %	1,34 %
Krom 12		-13 %	-13 %

Muut

Vesimittarit	0 %	
Vuodonilmaisimet	0 %	
Vuodonilmaisinlevyt	0 %	
Palloventtiili DN15		
Palloventtiili DN20	0 %	
Linjasäätöventtiili DN15	0 %	

Kalusteet

Pesuallas	11130	0 %
Pesuallassekoittaja	1812	0 %
WC	39310	0 %
Suihku	7449	0 %
Kuivauspatteri	Rej 35744	0 %
Keittiösekoittaja	1825	0 %
Pesukonehana	180	0 %